

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-194204
(43)Date of publication of application : 30.07.1996

(51)Int.Cl. G02F 1/133
G02F 1/1335
G02F 1/1335

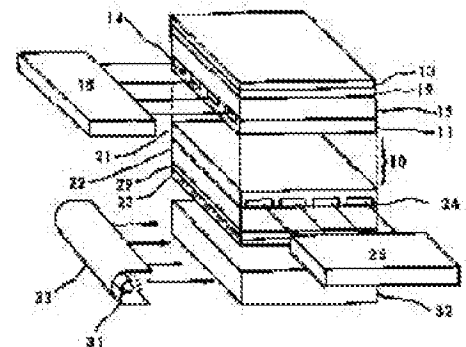
(21)Application number : 07-006935 (71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI DEVICE ENG CO LTD
(22)Date of filing : 20.01.1995 (72)Inventor : ITO OSAMU
KONDO KATSUMI
HIRAKATA JUNICHI
UCHIUMI YUUKA
KIKUCHI NAOKI
NAKAMURA YOSHIAKI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a color STN-LCD having a good visual angle characteristic and excellent uniformity.

CONSTITUTION: The Δnd of a liquid crystal layer 10 for driving is specified to 0.80 to 0.90 μm , the transmission axis bearing angle of an upper polarizing plate 13 to 30 to 70°, the transmission axis bearing angle of a lower polarizing plate 23 to 60 to 90°, the delay axis bearing angle of an upper phase plate 19 to 150 to 190°, the delay phase axis bearing angle of a lower phase plate 29 to 30 to 80° and the Δnd of the upper phase plate 19 and the lower phase plate 29 to 200 to 300nm and 500 to 620nm, respectively.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-194204

(43)公開日 平成8年(1996)7月30日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/133	5 0 0		
	1/1335	5 0 5		
		5 1 5		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平7-6935

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(22)出願日 平成7年(1995)1月20日

(71)出願人 000233088

日立デバイスエンジニアリング株式会社

千葉県茂原市早野3681番地

(72)発明者 伊東 理

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 近藤 克己

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

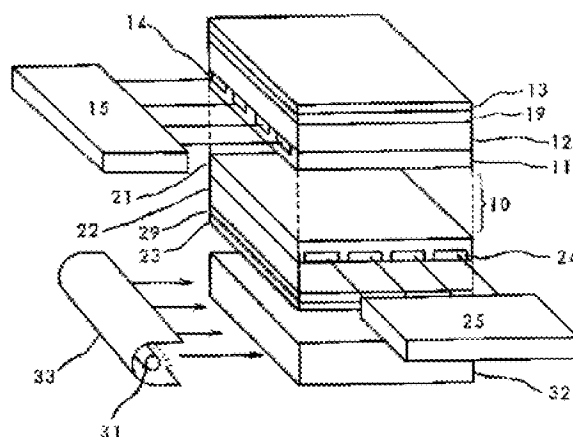
(57)【要約】

【目的】 視角特性が良好でかつ均一性に優れた表示のカラーSTN-LCDを提供する。

【構成】 駆動用液晶層の $\Delta n d$ を $0.80\mu m \sim 0.90\mu m$ 、上側偏光板透過軸方位角を $30^\circ \sim 70^\circ$ 、下側偏光板透過軸方位角を $60^\circ \sim 90^\circ$ 、上側位相板遅相軸方位角を $150^\circ \sim 190^\circ$ 、下側位相板遅相軸方位角を $30^\circ \sim 80^\circ$ 、上側位相板、下側位相板の $\Delta n d$ をそれぞれ $200nm \sim 300nm$ 、 $500nm \sim 620nm$ とする。

【効果】 視角特性が良好でかつ均一性に優れた表示のカラーSTN-LCDが得られる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】マトリクス電極を備えた一对の対向基板と、ツイステッドネマチック液晶からなる液晶層と、該対向基板の上下に配置された上側偏光板、下側偏光板と、上側偏光板と該対向基板の間に配置された2枚の位相板と、2値以上の電圧を印加する駆動手段から構成され、該2枚の位相板の内、該対向基板に近接している方を下側位相板とし、上側偏光板に近接している方を上側位相板とし、該液晶層は 200° 以上のツイスト角を有し、該対向基板は該液晶層を挟持している液晶表示装置であって、

該液晶層の層厚とツイステッドネマチック液晶の複屈折の積は $0.80\mu\text{m}\sim 0.90\mu\text{m}$ であり、該対向基板の水平方向から反時計周りに方位角を定義すると、上側偏光板の透過軸の方位角は $30^\circ\sim 70^\circ$ であり、下側偏光板の透過軸の方位角は $60^\circ\sim 90^\circ$ であり、該位相板の平面内の2つの電気光学的主軸の内高屈折率の方を遅相軸とすると、上側位相板の遅相軸の方位角は $150^\circ\sim 190^\circ$ であり、下側位相板の遅相軸の方位角は $30^\circ\sim 80^\circ$ であり、上側位相板の波長 550nm におけるリタデーションは $200\text{nm}\sim 300\text{nm}$ 、下側位相板の波長 550nm におけるリタデーションは $500\text{nm}\sim 620\text{nm}$ であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】請求項1記載の液晶表示装置において、該液晶層の層厚とツイステッドネマチック液晶の複屈折の積は $0.84\mu\text{m}\sim 0.88\mu\text{m}$ 、上側偏光板の透過軸の方位角は $35^\circ\sim 65^\circ$ 、下側偏光板の透過軸の方位角は $65^\circ\sim 85^\circ$ 、上側位相板の遅相軸の方位角は $160^\circ\sim 180^\circ$ 、下側位相板の遅相軸の方位角は $40^\circ\sim 70^\circ$ 、上側位相板の波長 550nm におけるリタデーションは $220\text{nm}\sim 280\text{nm}$ 、下側位相板の波長 550nm におけるリタデーションは $540\text{nm}\sim 600\text{nm}$ であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】請求項1記載の液晶表示装置において、該液晶層の層厚とツイステッドネマチック液晶の複屈折の積は $0.85\mu\text{m}\sim 0.87\mu\text{m}$ 、上側偏光板の透過軸の方位角は $45^\circ\sim 55^\circ$ 、下側偏光板の透過軸の方位角は $70^\circ\sim 80^\circ$ 、上側位相板の遅相軸の方位角は $165^\circ\sim 180^\circ$ 、下側位相板の遅相軸の方位角は $50^\circ\sim 60^\circ$ 、上側位相板の波長 550nm におけるリタデーションは $250\text{nm}\sim 270\text{nm}$ 、下側位相板の波長 560nm におけるリタデーションは $540\text{nm}\sim 590\text{nm}$ であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】請求項1記載の液晶表示装置において、該対向基板はブラックマトリクスを備えていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項5】請求項4記載の液晶表示装置において、該ブラックマトリクスは平面方線方向から見た対向基板上において一对のマトリクス電極が互いに交差しない全て

の部分に分布することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】請求項1記載の液晶表示装置において、該対向基板はカラーフィルタを備えていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】請求項1記載の液晶表示装置において、該駆動手段のフレーム周波数が 120Hz 以上であることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はスーパーツイステッドネマチック型液晶表示装置(STN-LCD)、特にカラー表示STN-LCDに関する。

【0002】

【従来の技術】STN-LCDは低コストな単純マトリクス駆動法を用いて大容量表示が可能のため、ワードプロセッサやパーソナルコンピュータ等に広く用いられている。社会の高度情報化に伴いSTN-LCDにもカラー化が要求され、カラーSTN-LCDが製品化されている。しかし、その表示品質は低く、ユーザの要求を満足するレベルに達していない。現在製品化されているカラー表示STN-LCDの低表示品質は、カラーフィルタを備えた対向基板面の凹凸に起因している。これにより配向処理が不均一になり、また駆動用液晶層厚も不均一になるため急峻な立ち上がり特性を有するSTN-LCDでは表示むらとなる。この表示むらを目立たなくするためにはコントラスト比を低下させなければならない。

【0003】カラーフィルタを備えた対向基板面の凹凸を低減するために、平坦化膜の膜厚増大、対向基板面の研磨等が試みられているが、生産工程の増大を伴うわりには効果が少ない。また対向基板面の凹凸が生じないカラーフィルタ製造方法(電着法)が開発されつつあるが、そのコスト低減は今後の課題として残されている。特開平5-107520号公報では駆動用液晶層の層厚とツイステッドネマチック液晶の複屈折の積を $0.75\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ とし、駆動用液晶層のツイスト角を $210^\circ\sim 270^\circ$ とし、上下2枚の偏光板と1枚の位相板を用い、位相板のリタデーションを $200\text{nm}\sim 450\text{nm}$ としている。これにより2値以上の印加電圧の内高電圧側で暗表示を行うノーマリオープン表示が実現されるものの、最適な表示条件ではない。

【0004】STN-LCDには単純マトリクス駆動方式が用いられているが、フレーム応答によるコントラスト比低下という問題がある。これを解決するためAA(Active Addressing)駆動方式がT. J. Schefferらによって提案されているが、駆動回路が増大しコストの増大を招く。

【0005】以上の様に、従来のカラーSTN-LCDでは充分な表示品質が得られなかった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のカラーSTN-LCDで問題になっていた表示むらがなく、高表示品質でかつ低コストのカラーSTN-LCDを供給することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

「手段1」液晶層のツイスト角を 200° 以上とし、該液晶層の層厚とツイステッドネマチック液晶の複屈折の積を $0.80\mu\text{m}\sim 0.90\mu\text{m}$ とし、上側偏光板の透過軸の方位角を $30^\circ\sim 70^\circ$ とし、下側偏光板の透過軸の方位角を $60^\circ\sim 90^\circ$ とし、上側位相板の遅相軸の方位角を $150^\circ\sim 190^\circ$ とし、下側位相板の遅相軸の方位角を $30^\circ\sim 80^\circ$ とし、上側位相板の波長 550nm におけるリタデーションを $200\text{nm}\sim 300\text{nm}$ とし、下側位相板の波長 550nm におけるリタデーションを $500\text{nm}\sim 620\text{nm}$ とする。

【0008】「手段2」液晶層の層厚とツイステッドネマチック液晶の複屈折の積を $0.84\mu\text{m}\sim 0.88\mu\text{m}$ とし、上側偏光板の透過軸の方位角を $35^\circ\sim 65^\circ$ とし、下側偏光板の透過軸の方位角を $65^\circ\sim 85^\circ$ とし、上側位相板の遅相軸の方位角を $160^\circ\sim 180^\circ$ とし、下側位相板の遅相軸の方位角を $40^\circ\sim 70^\circ$ とし、上側位相板の波長 550nm におけるリタデーションを $220\text{nm}\sim 280\text{nm}$ とし、下側位相板の波長 550nm におけるリタデーションを $540\text{nm}\sim 600\text{nm}$ とする。

【0009】「手段3」液晶層の層厚とツイステッドネマチック液晶の複屈折の積を $0.85\mu\text{m}\sim 0.87\mu\text{m}$ とし、上側偏光板の透過軸の方位角を $45^\circ\sim 55^\circ$ とし、下側偏光板の透過軸の方位角を $70^\circ\sim 80^\circ$ とし、上側位相板の遅相軸の方位角を $165^\circ\sim 180^\circ$ とし、下側位相板の遅相軸の方位角を $50^\circ\sim 60^\circ$ とし、上側位相板の波長 550nm におけるリタデーションを $250\text{nm}\sim 270\text{nm}$ とし、下側位相板の波長 560nm におけるリタデーションを $540\text{nm}\sim 590\text{nm}$ とする。

【0010】「手段4」対向基板にブラックマトリクスを備える。

【0011】「手段5」平面方線方向から見た対向基板上において一対のマトリクス電極が互いに交差しない全ての部分にブラックマトリクスを分布する。

【0012】「手段6」対向基板にカラーフィルタを備える。

【0013】「手段7」駆動手段のフレーム周波数を 120Hz 以上とする。

【0014】

【作用】液晶層厚や配向処理が不均一になった場合、液晶層の立ち上がり特性にむらが生じる。その結果、しきい値電圧のばらつきやしきい値近傍での透過率の不均一となって表れる。2値以上の印加電圧値の内低電圧側で

暗表示を行うノーマリクローズ表示の場合、暗表示の透過率が不均一となる。人間の目は暗表示の透過率のばらつきに対して敏感なため、ノーマリクローズ表示の場合、特に透過率の不均一が目立つ。これに対して、2値以上の印加電圧値の内高電圧側で暗表示を行うノーマリオープン表示の場合には明表示の透過率が不均一となる。人間の目は明表示の透過率のばらつきに対してそれほど敏感でないため、ノーマリオープン表示の場合透過率の不均一が目立たない。従って、カラーフィルタの凹凸により液晶層の立ち上がり特性にむらがあるカラー表示STN-LCDにおいて均一な表示を得るためにはノーマリオープン表示とすればよい。

【0015】カラー表示STN-LCDでは従来の白黒表示に加えてカラー表示も行い、各階調表示に渡って良好な色相のカラー表示を行うためには、明表示時の色相を無着色化する他に各階調表示時の色相も無着色化しなければならない。また、表示色の彩度を向上するためにはコントラスト比を増大しなければならない。

【0016】STN-LCDの(印加電圧-透過率)特性を変え、ノーマリオープン表示とするためには位相板、偏光板の設定条件を最適化する必要がある。充分なコントラスト比を得るためには位相板を2枚用いなければならない。2枚の位相板の配置の仕方には液晶セルの片側に2枚置く配置、液晶セルの両側に1枚ずつ置く配置があるが、明表示の明るさが得られやすい点、前者の方が有利である。また、ノーマリオープン表示時の色相を無着色化し、色相の印加電圧依存性を少なくし、コントラスト比を増大するためにも位相板、偏光板の設定条件を最適化する必要がある。偏光板の設定条件には透過軸の方位角がある。位相板の設定条件には遅相軸の方位角、波長 550nm におけるリタデーションがある。ここで、遅相軸とは位相板平面内の2つの光学的主軸のうち高屈折率に対応する方のことである。また、方位角は図2に示した様に上下基板の配向処理方向を2等分する方向を 0° とし、反時計回りに定義することにする。

【0017】「作用1」液晶層のツイスト角を 200° 以上とし、駆動用液晶層の層厚とツイステッドネマチック液晶の複屈折の積を $0.80\mu\text{m}\sim 0.90\mu\text{m}$ とし、上側偏光板の透過軸の方位角を $30^\circ\sim 70^\circ$ とし、下側偏光板の透過軸の方位角を $60^\circ\sim 90^\circ$ とし、上側位相板の遅相軸の方位角を $150^\circ\sim 190^\circ$ とし、下側位相板の遅相軸の方位角を $30^\circ\sim 80^\circ$ とし、上側位相板の波長 550nm におけるリタデーションを $200\text{nm}\sim 300\text{nm}$ とし、下側位相板の波長 550nm におけるリタデーションを $500\text{nm}\sim 620\text{nm}$ とすることにより、ノーマリオープン表示で、かつ明表示時及び各階調表示時の色相が無着色で高コントラスト比の表示が得られる。

【0018】「作用2」さらに好ましくは、液晶層の層厚とツイステッドネマチック液晶の複屈折の積を 0.8

4 μm ~ 0.88 μm とし、上側偏光板の透過軸の方位角を 35° ~ 65° とし、下側偏光板の透過軸の方位角を 65° ~ 85° とし、上側位相板の遅相軸の方位角を 160° ~ 180° とし、下側位相板の遅相軸の方位角を 40° ~ 70° とし、上側位相板の波長550nmにおけるリタデーションを220nm ~ 280nm とし、下側位相板の波長550nmにおけるリタデーションを540nm ~ 600nm とすることにより、ノーマリオープン表示で、かつ明表示時及び各階調表示時の色相が無着色で高コントラスト比の表示が得られる。

【0019】「作用3」さらに好ましくは、駆動用液晶層の層厚とツイステッドネマチック液晶の複屈折の積を0.85 μm ~ 0.87 μm とし、上側偏光板の透過軸の方位角を 45° ~ 55° とし、下側偏光板の透過軸の方位角を 70° ~ 80° とし、上側位相板の遅相軸の方位角を 165° ~ 180° とし、下側位相板の遅相軸の方位角を 50° ~ 60° とし、上側位相板の波長550nmにおけるリタデーションを250nm ~ 270nm とし、下側位相板の波長560nmにおけるリタデーションを540nm ~ 590nm とすることにより、ノーマリオープン表示で、かつ明表示時及び各階調表示時の色相が無着色で高コントラスト比の表示が得られる。

【0020】「作用4」ノーマリオープン表示では非電極部分が明表示と同程度の透過率となるため、非電極部分からの光漏れが問題となる。非電極部分を覆う様にブラックマトリクスを備えることにより非電極部分からの光漏れが押さえられ、複数画素を同時に観測した時にも高コントラスト比の表示が得られる。

【0021】ブラックマトリクスの材料は、染料、顔料であってもよいし、またクロム、アルミ等の金属であってもよい。

【0022】「作用5」さらに望ましくは、非電極部分の全てを覆う様にブラックマトリクスを備えることにより非電極部分からの光漏れが完全に押さえられ、複数画素を同時に観測した時にも高コントラスト比の表示が得られる。

【0023】「作用6」対向基板にカラーフィルタを備えることにより、カラー表示が可能になる。

【0024】「作用7」STN-LCDで用いられている単純マトリクス駆動は低コストで大容量表示が可能な駆動方式である。単純マトリクス駆動における1画素のスイッチングは走査時間内に印加される信号電圧値で決定されるが、走査時間内に印加される電圧値は非走査時の10倍以上である。液晶層の応答が十分に遅い場合、その配向状態は印加電圧の時間変化に追従できないため、印加電圧の実効値によって決定される。これに対して、液晶層の応答が十分に速い場合には、その配向状態は印加電圧の時間変化に追従し（フレーム応答）、液晶層の配向状態は印加電圧の実効値によって決定されなくなる。実効値がしきい値電圧上であっても液晶が立ち上

がった状態を1フレーム時間（走査パルス間の時間）の間保持できない。そのためコントラスト比の低下が生じる。ノーマリオープン表示では高電圧側で暗表示を行うため、フレーム応答による暗表示の透過率増大が大きく、コントラスト比の低下が生じ易い。

【0025】マウス表示を行うためには300ms程度の応答時間が必要とされるが、ノーマリオープン表示では応答時間300msでもフレーム応答によりコントラスト比が大幅に減少する。

10 【0026】これを防ぐためには、1フレーム時間を短くして、液晶層が立ち上がり状態を保持している間に次の信号電圧を印加する様にすれば良い。フレーム応答がカラー表示に与える影響を定量化するため、以下に述べる様な評価パラメータを導入する。8階調を用いて512色を表示するカラーSTN-LCDを仮定する。R、G、B3色の内ではBが最も透過率が低いため、8階調の内低透過率の方から数えて2階調目で表示したBの透過率T(blue)と、黒表示の透過率T(black)の比T(blue)/T(black)を評価パラメータとする。図3に実用的な範囲のバイアス比にて測定したフレーム周波数（1フレーム時間の逆数）とT(blue)/T(black)の関係を示す。図3中の白丸、黒丸はそれぞれバイアス比が13:1、10:1である。図3のコントラスト比はブラックマトリクスを装着したカラーSTN-LCDの約10画素の領域の透過光より求めたものである。測定に用いた液晶表示素子の走査電極数は240であり、これを1kHzの矩形波で駆動した時のコントラスト比は40:1である。T(blue)/T(black)が2:1以上であれば2階調目で表示したBと黒表示が明瞭に区別できる。バイアス比10の場合120Hz以上、バイアス比13の場合130Hz以上にて2:1以上のT(blue)/T(black)が得られた。

【0027】応答時間が300ms程度の場合、フレーム周波数が120Hz以上であれば実用上十分なカラー表示が得られる。

【0028】

【実施例】本発明の具体例を以下に示す。

【0029】（実施例1）図1に本発明の液晶表示装置の構成を示す。上下の基板12、22はXY電極14、24と配向膜11、21を備え、液晶層10を挟持している。上下の基板上のXY電極14、24は、駆動回路15、25に接続されている。上下の基板の外側には上側位相板19、下側位相板29、上側偏光板13、下側偏光板23が設けられている。下側基板の更に下方には光源31、導光板32、反射体33がある。

【0030】上下の基板12、22はガラス製であり、XY電極14、24はITOから成る。配向膜11、21はポリイミド系高分子から成り、ラビング法で配向処理されている。配向処理の条件は切り込み量0.4mm、回転数1000rpm、送り速度33m/sとし、これに

よりプレチルト角を4°とした。また、ツイスト角は240°とした。液晶層10はネマチック液晶とカイラル剤から成り、層厚dは6.2μm、液晶材料はロディック社製のHR2038、HR2047、メルク社製のS811の混合物であり、それぞれの混合比は重量%にして75.59%、23.55%、0.86%であり、Δnは0.138、Δndは0.855μmである。基板間に積水ファインケミカル製の真球状のポリマービーズを分散し、液晶層厚を均一にした。偏光板は日東電工社製G1220DIIであり、位相板も同じく日東電工社製NRF（ポリカーボネート製）である。

【0031】下側偏光板の透過軸の方位角角度を65°、上側偏光板の透過軸角度を45°、下側位相板の遅相軸角度を45°、波長550nmにおけるΔndを0.60μm、上側位相板の遅相軸角度を180°、波長550nmにおけるΔndを0.27μmとした。

【0032】以上の様にして作製した液晶表示装置の液晶表示素子部（駆動回路を除いた液晶表示装置）の表示特性を測定した。測定領域は1画素内のビーズの存在しない部分とし、1kHzの矩形波を用いた。明表示、暗表示の印加電圧はそれぞれ2.18V、2.33Vであり、低電圧側で明表示を行うノーマリオープン表示が得られた。コントラスト比は62:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ26%、0.42%であった。

【0033】次に、駆動回路に接続して表示状態を観察したところ、明表示、暗表示及び各階調表示とも全面に渡って均一であり、かつ基板平面法線方向に対して斜め方向から観察しても明表示の輝度の低下は少なく、かつ明表示、暗表示の反転も起こらなかった。

【0034】以上の様に、上記の位相板、偏光板条件によりノーマリオープン表示が得られ、均一性と視角特性に優れた液晶表示装置が得られた。

【0035】（実施例2）実施例1の液晶表示装置において、下側偏光板の透過軸の方位角角度を70°、上側偏光板の透過軸角度を55°、下側位相板の遅相軸角度を50°、波長550nmにおけるΔndを0.59μm、上側位相板の遅相軸角度を165°、波長550nmにおけるΔndを0.25μmとした。

【0036】以上の様にして作製した液晶表示装置の液晶表示素子部（駆動回路を除いた液晶表示装置）の表示特性を測定した。測定領域は1画素内のビーズの存在しない部分とし、1kHzの矩形波を用いた。明表示、暗表示の印加電圧はそれぞれ2.18V、2.33Vであり、低電圧側で明表示を行うノーマリオープン表示が得られた。コントラスト比は96:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ27%、0.28%であった。

【0037】次に、駆動回路に接続して表示状態を観察したところ、明表示、暗表示及び各階調表示とも全面に渡って均一であり、かつ基板平面法線方向に対して斜め方向から観察しても明表示の輝度の低下は少なく、かつ

明表示、暗表示の反転も起こらなかった。

【0038】以上の様に、上記の位相板、偏光板条件によりノーマリオープン表示が得られ、均一性と視角特性に優れた液晶表示装置が得られた。

【0039】（実施例3）実施例1の液晶表示装置において、下側偏光板の透過軸の方位角角度を75°、上側偏光板の透過軸角度を0°、下側位相板の遅相軸角度を130°、波長550nmにおけるΔndを0.34μm、上側位相板の遅相軸角度を105°、波長550nmにおけるΔndを0.50μmとした。

【0040】以上の様にして作製した液晶表示装置の液晶表示素子部（駆動回路を除いた液晶表示装置）の表示特性を測定した。測定領域は1画素内のビーズの存在しない部分とし、1kHzの矩形波を用いた。明表示、暗表示の印加電圧はそれぞれ2.18V、2.33Vであり、低電圧側で明表示を行うノーマリオープン表示が得られた。コントラスト比は192:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ27%、0.14%であった。

【0041】次に、駆動回路に接続して表示状態を観察したところ、明表示、暗表示及び各階調表示とも全面に渡って均一であり、かつ基板平面法線方向に対して斜め方向から観察しても明表示の輝度の低下は少なく、かつ明表示、暗表示の反転も起こらなかった。

【0042】以上の様に、上記の位相板、偏光板条件によりノーマリオープン表示が得られ、均一性と視角特性に優れた液晶表示装置が得られた。

【0043】（実施例4）実施例1の液晶表示装置において、対向基板をブラックマトリクスを備えたものに換えた。ブラックマトリクスは顔料から成り、一對のマトリクス電極が交差しない非電極部分を全て覆う様に分布している。対向基板上に顔料分散法により層厚約1μmのブラックマトリクスを形成し、その上に平坦化膜を形成し、ブラックマトリクスによる凹凸を軽減した。XY電極は平坦化膜上に形成した。

【0044】駆動回路に接続して表示特性を測定した。駆動回路のフレーム周波数を60Hz、バイアス比を13:1とした。測定領域は約10画素とした。コントラスト比は10:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ25%、2.4%であった。表示状態を観察したところ、明表示、暗表示及び各階調表示とも全面に渡って均一であり、かつ基板平面法線方向に対して斜め方向から観察しても明表示の輝度の低下は少なく、かつ明表示、暗表示の反転も起こらなかった。

【0045】以上の様に、均一性と視角特性に優れたノーマリオープン表示の液晶表示装置が得られた。

【0046】（実施例5）実施例4の液晶表示装置において、ブラックマトリクスの素材をクロムとした。

【0047】駆動回路に接続して表示特性を測定した。駆動回路のフレーム周波数を60Hz、バイアス比を1

3:1とした。測定領域は約10画素とした。コントラスト比は11:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ25%、2.2%であった。表示状態を観察したところ、明表示、暗表示及び各階調表示とも全面に渡って均一であり、かつ基板平面法線方向に対して斜め方向から観察しても明表示の輝度の低下は少なく、かつ明表示、暗表示の反転も起こらなかった。

【0048】以上の様に、ブラックマトリクスをクロムとしたことによりノーマリオープン表示の液晶表示装置のコントラスト比が若干向上した。

【0049】(実施例6) 実施例1の液晶表示装置において、対向基板にクロムから成るブラックマトリクスを備えたものを用いた。

【0050】駆動回路に接続して表示特性を測定した。駆動回路のフレーム周波数を150Hz、バイアス比を13:1とした。測定領域は約10画素とした。コントラスト比は23:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ25%、1.1%であった。表示状態を観察したところ、明表示、暗表示及び各階調表示とも全面に渡って均一であり、かつ基板平面法線方向に対して斜め方向から観察しても明表示の輝度の低下は少なく、かつ明表示、暗表示の反転も起こらなかった。

【0051】以上の様に、クロムから成るブラックマトリクスを用いたことにより非電極部分からの光漏れが遮蔽され、かつフレーム周波数を150Hzとしたことによりフレーム応答が抑えられ、コントラスト比が実用上十分な値にまで向上した。

【0052】(実施例7) 実施例2の液晶表示装置において、対向基板にクロムから成るブラックマトリクスを備えたものを用いた。

【0053】駆動回路に接続して表示特性を測定した。駆動回路のフレーム周波数を150Hz、バイアス比を13:1とした。測定領域は約10画素とした。コントラスト比は23:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ25%、1.1%であった。表示状態を観察したところ、明表示、暗表示及び各階調表示とも全面に渡って均一であり、かつ基板平面法線方向に対して斜め方向から観察しても明表示の輝度の低下は少なく、かつ明表示、暗表示の反転も起こらなかった。

【0054】以上の様に、クロムから成るブラックマトリクスを用いたことにより非電極部分からの光漏れが遮蔽され、かつフレーム周波数を150Hzとしたことによりフレーム応答が抑えられ、コントラスト比が実用上十分な値にまで向上した。

【0055】(実施例8) 実施例3の液晶表示装置において、対向基板にクロムから成るブラックマトリクスを備えたものを用いた。

【0056】駆動回路に接続して表示特性を測定した。駆動回路のフレーム周波数を150Hz、バイアス比を13:1とした。測定領域は約10画素とした。コント

ラスト比は31:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ25%、0.8%であった。表示状態を観察したところ、明表示、暗表示及び各階調表示とも全面に渡って均一であり、かつ基板平面法線方向に対して斜め方向から観察しても明表示の輝度の低下は少なく、かつ明表示、暗表示の反転も起こらなかった。

【0057】以上の様に、クロムから成るブラックマトリクスを用いたことにより非電極部分からの光漏れが遮蔽され、かつフレーム周波数を150Hzとしたことによりフレーム応答が抑えられ、コントラスト比が実用上十分な値にまで向上した。

【0058】(実施例9) 実施例1の液晶表示装置において、対向基板にカラーフィルタとクロムから成るブラックマトリクスを備えたものを用いた。カラーフィルタは顔料分散法で作製されたもので、赤、青、緑の表示色に対応し、各色の表示画素部の液晶層厚の平均は赤、青、緑でそれぞれ6.25 μ m、6.30 μ m、6.20 μ mである。駆動回路に接続して表示特性を測定した。駆動回路のフレーム周波数を150Hz、バイアス比を13:1とした。測定領域は約10画素とした。コントラスト比は24:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ5.5%、0.23%であった。表示状態を観察したところ、明表示、及び各色とも全面に渡って均一であり、各色の表示画素部の液晶層厚に0.1 μ m程度の差があるにも関わらず暗表示も全面に渡って均一であった。また、基板平面法線方向に対して斜め方向から観察しても明表示の輝度の低下は少なく、かつ明表示、暗表示の反転も起こらなかった。

【0059】以上の様に、クロムから成るブラックマトリクスを用いたことにより非電極部分からの光漏れが遮蔽され、フレーム周波数を150Hzとしたことによりフレーム応答が抑えられ、ノーマリオープン表示としたことにより各色の表示画素部の液晶層厚差があるにもかかわらず均一な表示が得られた。

【0060】(実施例10) 実施例2の液晶表示装置において、対向基板にカラーフィルタとクロムから成るブラックマトリクスを備えたものを用いた。カラーフィルタは顔料分散法で作製されたもので、赤、青、緑の表示色に対応し、各色の表示画素部の液晶層厚の平均は赤、青、緑でそれぞれ6.25 μ m、6.30 μ m、6.20 μ mである。駆動回路に接続して表示特性を測定した。駆動回路のフレーム周波数を150Hz、バイアス比を13:1とした。測定領域は約10画素とした。コントラスト比は28:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ5.6%、0.20%であった。表示状態を観察したところ、明表示、及び各色とも全面に渡って均一であり、各色の表示画素部の液晶層厚に0.1 μ m程度の差があるにも関わらず暗表示も全面に渡って均一であった。また、基板平面法線方向に対して斜め方向から観察しても明表示の輝度の低下は少なく、かつ明表示、

暗表示の反転も起こらなかった。

【0061】以上の様に、クロムから成るブラックマトリクスを用いたことにより非電極部分からの光漏れが遮蔽され、フレーム周波数を150Hzとしたことによりフレーム応答が抑えられ、ノーマリオープン表示としたことにより各色の表示画素部の液晶層厚差があるにもかかわらず均一な表示が得られた。

【0062】(実施例11) 実施例3の液晶表示装置において、対向基板にカラーフィルタとクロムから成るブラックマトリクスを備えたものを用いた。カラーフィルタは顔料分散法で作製されたもので、赤、青、緑の表示色に対応し、各色の表示画素部の液晶層厚の平均は赤、青、緑でそれぞれ6.25 μ m、6.30 μ m、6.20 μ mである。駆動回路に接続して表示特性を測定した。駆動回路のフレーム周波数を150Hz、バイアス比を13:1とした。測定領域は約10画素とした。コントラスト比は34:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ5.7%、0.17%であった。表示状態を観察したところ、明表示、及び各色とも全面に渡って均一であり、各色の表示画素部の液晶層厚に0.1 μ m程度の差があるにも関わらず暗表示も全面に渡って均一であった。また、基板平面法線方向に対して斜め方向から観察しても明表示の輝度の低下は少なく、かつ明表示、暗表示の反転も起こらなかった。

【0063】以上の様に、クロムから成るブラックマトリクスを用いたことにより非電極部分からの光漏れが遮蔽され、フレーム周波数を150Hzとしたことによりフレーム応答が抑えられ、ノーマリオープン表示としたことにより各色の表示画素部の液晶層厚差があるにもかかわらず均一な表示が得られた。

【0064】(実施例12) 実施例11の液晶表示装置において、対向基板にカラーフィルタとクロムから成るブラックマトリクスを備えたものを用いた。カラーフィルタは顔料分散法で作製されたもので、赤、青、緑の表示色に対応し、各色の表示画素部の液晶層厚の平均は赤、青、緑でそれぞれ6.25 μ m、6.30 μ m、6.20 μ mである。

【0065】駆動回路に接続して表示特性を測定した。駆動回路のフレーム周波数を150Hz、バイアス比を10:1とした。測定領域は約10画素とした。コントラスト比は38:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ5.7%、0.15%であった。T(blue)/T(black)は2.5となり、各色共明瞭に区別可能であった。色度座標系上で評価した明表示、暗表示間の表示色の印加電圧依存性を図4に示す。明表示、暗表示間の表示色変化は小さく、かつ寒色系であり、暖色系のバックライトと組合せたと、各階調に渡って無着色の白表示が得られた。表示状態を観察したところ、明表示、及び各色とも全面に渡って均一であり、各色の表示画素部の液晶層厚に0.1 μ m程度の差があるにも関わらず暗表示

も全面に渡って均一であった。また、基板平面法線方向に対して斜め方向から観察しても明表示の輝度の低下は少なく、かつ明表示、暗表示の反転も起こらなかった。

【0066】以上の様に、クロムから成るブラックマトリクスを用いたことにより非電極部分からの光漏れが遮蔽され、フレーム周波数を150Hz、バイアス比を10としたことによりフレーム応答が抑えられ、ノーマリオープン表示としたことにより各色の表示画素部に液晶層厚差があるにもかかわらず均一な表示が得られた。なお、本発明の液晶表示装置をノート型パーソナルコンピュータに搭載した状態を図5に示す。51は表示部、52はポインタ操作部、53はキーボード部、54はディスクドライブ部、55は印加電圧調整部である。

【0067】(比較例1) 実施例11の液晶表示装置において、位相板、偏光板の条件を変え、2値以上の印加電圧のうち低電圧側で暗表示を行うノーマリオープン表示とした。

【0068】位相板は対向基板の下側には置かず、上側のみ2枚置いた。下側偏光板の透過軸の方位角角度を75°、上側偏光板の透過軸角度を90°、下側位相板の遅相軸角度を35°、波長550nmにおける $\Delta n d$ を0.38 μ m、上側位相板の遅相軸角度を65°、波長550nmにおける $\Delta n d$ を0.38 μ mとした。以上の様にして作製した液晶表示装置の液晶表示素子部(駆動回路を除いた液晶表示装置)の表示特性を測定した。測定領域は1画素内のピーズの存在しない部分とし、1kHzの矩形波を用いた。暗表示、明表示の印加電圧はそれぞれ2.19V、2.34Vであり、低電圧側で暗表示を行うノーマリクローズ表示が得られた。コントラスト比は119:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ25%、0.21%であった。

【0069】駆動回路に接続して表示特性を測定した。駆動回路のフレーム周波数を60Hz、バイアス比を13:1とした。測定領域は約10画素とした。コントラスト比は36:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ5.1%、0.14%であった。明表示、及び各色を全面に表示し、その表示状態を観察したところ、むらが目立った。特に暗表示を全面に表示した場合に表示むらが目立った。また、基板平面法線方向に対して斜め方向から観察すると明表示の輝度が急速に低下し、明表示と暗表示の反転が生じた。

【0070】以上の様にノーマリクローズ表示ではコントラスト比は得られるものの、表示の均一性が悪く、特に暗表示の場合、カラーフィルタの凹凸による液晶層の立ち上がり特性のばらつきが顕在化するため表示の均一性が極めて悪化した。また、視角特性も悪く、斜め方向から観察すると明表示と暗表示の反転が生じた。

【0071】(比較例2) 比較例1の液晶表示装置において、駆動回路のフレーム周波数を160Hz、バイアス比を10:1とした。測定領域を約10画素として表

13

示特性を測定した。コントラスト比は42:1であり、明表示、暗表示の透過率はそれぞれ5.0%, 0.12%であった。明表示、及び各色を全面に表示し、その表示状態を観察したところ、むらが目立った。特に暗表示を全面に表示した場合に表示むらが目立った。また、基板平面法線方向に対して斜め方向から観察すると明表示の輝度が急速に低下し、明表示と暗表示の反転が生じた。

【0072】以上の様にノーマリクローズ表示では駆動回路のフレーム周波数、バイアス比を変更しても、表示の均一性と視角特性は改善されない。

【0073】

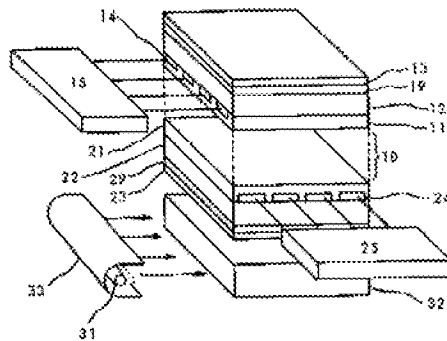
【発明の効果】以上により、高コントラスト比でかつ均一性に優れ、かつ低コストのカラー表示、白黒表示STN-LCDが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置の構成を示す斜視図であ

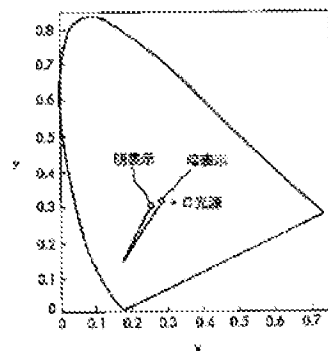
【図1】

図 1



【図4】

図 4



る。

【図2】本発明における方位角の定義を示す。

【図3】T(blue)/T(black)のフレーム周波数依存性を示す。

【図4】本発明の液晶表示装置の明表示、暗表示間の白表示の表示色の変化を示す。

【図5】本発明の液晶表示装置をノート型パーソナルコンピュータに搭載した状態を示す。

【符号の説明】

10…液晶層、11…上側配向膜、12…上側基板、13…上側偏光板、14…上側XY電極、15…上側駆動回路、19…上側位相板、21…下側配向膜、22…下側基板、23…下側偏光板、24…下側XY電極、25…下側駆動回路、29…下側位相板、31…光源、32…導光板、33…反射体、51…表示部、52…ポインタ操作部、53…キーボード部、54…ディスクドライブ部、55…印加電圧調整部。

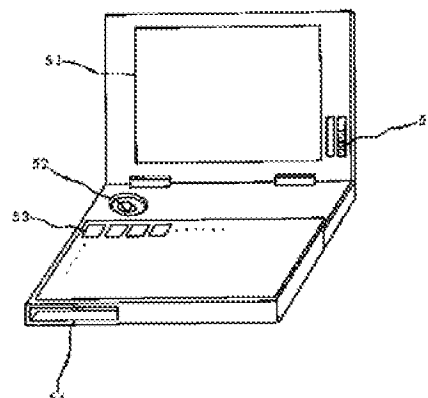
【図2】

図 2



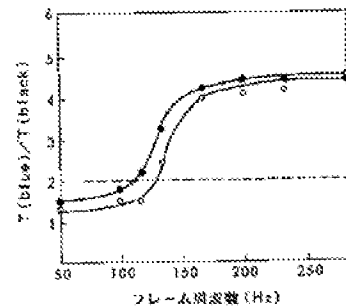
【図5】

図 5



【図3】

図 3



フロントページの続き

(72)発明者 平方 純一
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 内海 夕香
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 菊地 直樹
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立
製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 中村 善明
千葉県茂原市早野3681番地 日立デバイス
エンジニアリング株式会社内